

# 首都生态圈典型地区土地利用变化时空差异及政策驱动研究<sup>\*</sup>

——以河北省围场县为例

甘超华 马礼<sup>\*\*</sup> 南秋菊

(首都师范大学资源环境与旅游学院 北京 100037)

**摘要** 以围场县为例,通过运用多项数量指标对土地利用变化的时空动态特征进行探讨,分析了围场县在生态建设中政策调控对土地利用变化及产业结构调整的影响。结果表明:在时间变化上,1992年~1998年土地利用变化总体较为剧烈,但耕地变化缓慢;1998年~2002年总体变化相对和缓,而耕地减少速度加快,园地则一直快速增加。在地类转移上,1992年~1998年主要是牧草地、未利用地向林地转变为主;1998年~2002年除牧草地、未利用地与前期类似的转移方向外,耕地向林地转移的比重急剧增加。在空间变化上,土地利用结构总体多样性趋于下降,其中四合永镇多样性指数最高并有所增加,御道口乡多样性指数则有所增加,大唤起乡多样性指数则下降至最低。国家生态建设政策引导和调控下的人类活动是导致围场县土地利用变化的最主要原因,而农业结构调整,尤其是近年来大力实施的退耕还林还草则是耕地减少的重要原因。

**关键词** 首都生态圈 土地利用变化 生态建设 驱动力 土地利用多样性指数

**Spatio-temporal characteristics and driving force of land-use change in Beijing's ecological environs—A case study of Weichang County, Hebei Province.** GAN Chao-Hua, MA Li, NAN Qiu-Ju (College of Resources, Environment and Tourism, Capital Normal University, Beijing 100037, China), *CJEA*, 2007, 15(6): 165~170

**Abstract** Ecological environs of Beijing have witnessed rapid development, desertification and land degradation in the last decade and post a major threat to Beijing-Tianjin eco-region. Taking Weichang County of Hebei Province as a case, the paper illustrated spatial-temporal characteristics of land-use change by construction of mathematical index and analysis of social policy effects on land-use change and industrial structure adjustment under ecological construction. The results show great change in land resource from 1992 to 1998 with a gradual reduction in cultivated land. However, from 1998 to 2002, the changes in land resource are gradual, while cultivated land decreases sharply with rapid increase in orchard lands. From 1992 to 1998, the main changes in land-use type are from grassland and uncultivated land to forest land; while from 1998 to 2002, with the exception of the changes above, transformation from cultivated land to forest land increases markedly. Diversity in land-use tends to decrease as well. Human effect driven by national ecological construction policy is the rationale behind land-use changes in Weichang County. Agricultural structural adjustment, especially the return from cultivated lands to forestlands or, in recent years, to grasslands is the reason for the decrease in cultivated lands.

**Key words** Ecological environ of Beijing, Land-use change, Ecological construction, Driving force, Land-use diversity index

(Received March 15, 2006; revised May 28, 2006)

近半个世纪以来,影响人类可持续发展的“人口”、“资源”、“环境”3大问题,其焦点就集中在人口增长对土地资源的压力上。土地荒漠化、水土流失、水资源短缺、森林消失、灾害加剧等,无一不与土地不合理利用休戚相关、互为因果,土地合理利用与保护问题已成为当前生态环境保护和建设的核心<sup>[1]</sup>。但从国内外土地利用现状与变化趋势看,由于人口压力过大,土地过度利用现象严重,土地质量趋于下降。特别是在我国北方农牧交错区,土地沙漠化、水土流失造成的土壤极度贫瘠、林草面积削减,已成为其显著生态环境问题<sup>[2]</sup>,严重制约着当地农村经济的发展和农民收入的提高,反过来又加剧了滥垦过牧,形成恶性循环。如何遏制生态环境的恶化、土地生产系统的全面退化,成为该地区寻求可持续发展所面临的最大问题,也是科学

\* 国家自然科学基金项目(40671006,40471123)资助

\*\* 通讯作者

收稿日期:2006-03-15 改回日期:2006-05-28

界亟待解决的前沿课题。

本文以河北省围场县为例,通过对土地利用变化的时空动态分析,深入剖析土地利用结构的时空变化机理、动力机制,有助于阐明生态建设与土地结构调整乃至农业结构调整的内在联系及协同机制<sup>[3]</sup>,为区域土地合理利用和农业可持续发展提供科学依据。

## 1 研究区概况与研究方法

河北省围场县地处内蒙古高原东南缘与冀北山地的过渡带,总面积 9217.72km<sup>2</sup>。在围场县境内,由内蒙古高原东南缘——塞罕坝一线将全县分隔为坝上高原区、接坝过渡区和坝下山区 3 个地形单元。坝上高原面积占 42.39%,地势平缓开阔,丘陵起伏,湖淖相间分布,海拔 1200m 以上;接坝过渡区占 19.07%,地形复杂,沙化和潜在沙化严重,海拔 850~1000m;坝下山区占 38.54%,地势陡峻,山峦重叠,沟谷纵横,海拔 750~1000m。全县多年平均降雨量为 480mm,坝上及接坝区约 450mm,坝下 560mm;全年降雨量多集中在 7~9 月份,约占全年降雨量 80%以上,年均气温在 -1.4~4.7℃之间,坝上区小于 1.5℃,坝缘区 1.0~3.0℃,坝下区 3~4.5℃;坝上及接坝区年无霜期约 90d,坝下区为 120d 左右。围场县多风,年均风速 2~4m/s,大风(6 级以上)日数 50~70d,以春季尤为频繁,坝上区 3~5 月常刮 5~7m/s 的“大黄风”,最大风速可达 28m/s<sup>[4]</sup>。

由于地处农、林、牧交错相争地段,围场县土地资源动态变化剧烈,土地系统退化现状在北方农牧交错区具有典型性<sup>[5]</sup>。近几十年来,围场县土地沙漠化发展迅速,已成为河北省坝上及首都生态圈最主要最直接的沙尘源之一<sup>[6]</sup>。加上北接内蒙古高原,南临华北平原,与海拔不到 200m 的京津地区海拔相差 700~1100m,构成居高临下之势,为京津地区的上风、上水之地。围场县作为首都圈坝上生态屏障的重要组成部分和水源涵养地,其生态环境的好坏直接影响着京津地区的大气环境和水源安全,在大北京地区生态安全格局中处于敏感地位<sup>[7]</sup>。同时,肆虐的沙尘也严重制约了围场县的经济的发展,作为国家级贫穷县,围场县 2001 年农民人均收入 1300 元,仅相当于全国同期的 58.3%,全省的 51.7%。随着人口增长和经济开发的不断深入,围场县的生态问题变得越来越突出,成为考察首都生态圈生态建设中区域土地利用变化的典型研究区域。

本研究在整理分析近 10 年来土地利用数据的基础上,运用变化率指数、状态转移矩阵、多样化指数及相对变化率等数量指标,探索土地利用结构的时空变化规律,并通过 1992 年以来对围场县土地资源利用与保护有重要影响的各类政策因子,分析相关政策因子对土地利用变化的驱动影响。

本研究所用的原始数据分为两大类:一是土地利用数据,包括 1992 年和 2002 年围场县土地利用现状详查数据及土地利用专题地图,历年土地利用数据变更表;二是社会经济数据,包括围场县生态农业工程成果汇编、各项治理项目规划、相关社会经济统计年鉴资料等。虽然不同部门间原始数据存在一定出入,但经计算并不影响数据分析结果,故未用其他技术手段予以校正。

土地利用分类参照国土资源部 2002 年试行的“土地利用分类系统”,结合研究区的具体情况,笔者将研究区土地利用类型分为耕地、园地、林地、牧草地、建设用地、水域及未利用地等 7 个类型。本研究中建设用地包括城镇、农村居民点、工矿以及交通等用地,水利设施建设用地则属于水域。

## 2 结果与分析

### 2.1 土地利用动态变化分析

围场县从 1992 年开始进行生态农业工程建设,土地利用结构开始转变;随着北方地区沙尘暴的频繁发生,从 1998 年起又相继开展了退耕还林还草、京津风沙源治理、首都水源地保护等多项工程,生态建设力度明显加强,直接影响到土地利用结构调整的速度。本文分 1992 年~1998 年、1998 年~2002 年两个时段对该县土地利用变化进行动态分析,并加以对比。

单一土地利用动态度(也称土地利用类型的变化率指数)是以土地利用类型的面积为基础,可定量描述研究时段内区域土地利用变化的速度,是反映土地利用类型面积的变化幅度、速度及区域土地利用变化中的类型差异比较的重要指标<sup>[8,9]</sup>。其表达式为:

$$K = \frac{U_b - U_a}{U_a} \times \frac{1}{T} \times 100\% \quad (1)$$

式中,  $K$  为研究时段内某一土地利用类型的变化率;  $U_a$ 、 $U_b$  分别为研究时段开始与结束时该土地利用类型的面积;  $T$  为研究时段,当设定为年时,  $K$  表示该区某类土地利用类型的年变化率。通过计算分析,得出围

场县土地利用的年变化率(表1)。

表1 1992年~2002年围场县土地利用类型年变化率

Tab.1 Annual change rates of land use types in Weichang County from 1992 to 2002

项目 Item	时间 Time	耕地 Cropland	园地 Garden plot	林地 Forest	牧草地 Pasture	建设用地 Built-up area	水域 Fisheries	未利用地 Unused land
面积/hm <sup>2</sup>	1992	94040.3	2903.8	402906.7	177061.5	16316.1	10206.1	202650.7
	1998	93565.1	3381.3	435011.5	163119.2	16618.5	9735.8	184768.1
	2002	87544.7	3719.8	443012.6	162009.5	16635.0	9910.8	183302.9
净变化率/%	1992~1998	-0.51	16.44	7.97	-7.87	1.85	-4.61	-8.82
	1998~2002	-6.43	10.01	1.84	-0.68	0.10	1.80	-0.79
年变化率/%	1992~1998	-0.09	2.74	1.33	-1.31	0.31	-0.77	-1.47
	1998~2002	-1.61	2.50	0.46	-0.17	0.03	0.45	-0.20

1992年~1998年和1998年~2002年两个时期内呈持续减少趋势的土地利用类型有耕地、牧草地、未利用土地,其中未利用土地减速、减幅最大;呈持续增加趋势的有园地、林地、建设用地,其中园地增加最快,林地增加面积最大;而水域则是前期减少,后期增加。具体从年变化率看:第一,比例较大的林地、牧草地和未利用地,其总的变化趋势是前期变化剧烈,后期相对缓和。如林地在前期的年变化率为1.33%,后期则仅为0.46%,前期变化率是后期的近2.9倍,牧草地和未利用土地的前期变化率则至少为后期的7倍。说明对于作为土地利用变化的主体资源,随着开发程度的提高,开发难度及成本逐渐增大,用途转变空间日趋缩小,预示着近期该类土地利用变化将不大。第二,作为农业主要用地的耕地和园地,其变化趋势则与林地等类型差别较大,园地的年变化率一直处于较高水平,而耕地则变化剧烈,后期年变化率达到前期的18倍。园地的持续高速增长是由于一直大力发展高效农业所致,而耕地加速减少原因则在于后期退耕还林力度的加大;同样,伴随基本农田建设的加强,前期因缺乏管理而荒废的水利工程在后期得到大力建设,水域面积增加。第三,对于建设用地,其变化幅度一直趋于稳步下降,表明这类用地需求的变化已经从外延扩展逐步转到内涵挖潜上来。

转移矩阵可全面具体地刻画区域土地利用变化的结构特征与各用地类型变化的方向,便于了解研究初期各类型土地的流失去向以及研究末期各土地利用类型的来源与构成<sup>[8~11]</sup>。利用状态转移矩阵法对围场县的土地利用过程进行模拟,构成的土地利用类型转移矩阵(表2、表3)可解释这一期间各土地利用类型面积的相互转化情况。1992年~1998年间土地利用类型转移主要表现为14743.2hm<sup>2</sup>牧草地、17438.1hm<sup>2</sup>未利用地向林地的转移,而1998年~2002年间则主要表现为5304.7hm<sup>2</sup>耕地向林地的转移。

1992年~2002年间具体转移情况为:耕地面积持续减少,以向林地和园地转化最多,约占耕地总转移量的90%,这是退耕还林与基本农田建设的直接后果;同期转化为耕地的却只有少量未利用地和水域。牧草地的大面积减少主要是草地还林所致,另外还有部分荒漠化土地为未利用土地。未利用地面积减少最多,大量未利用土地转化为林地和牧草地。林地增加最多,主要由牧草地、未利用地和耕地等转入。园地的增加主要是由耕地、林地、水域等转化而来,而园地则多转向建设用地等。水域则是前后期变化不一致,前期由于各项水利工程老化毁坏,水域面积减少,多转向园地、耕地;后期大力进行水利工程建设,导致水域面积增加,多由耕地转入。建设用地则转移量不大,只有少量耕地、园地转入。

表2 1992年~1998年间土地利用类型转移矩阵

Tab.2 Translation matrix of land use type from 1992 to 1998

hm<sup>2</sup>

土地类型 Land type	耕地 Cropland	园地 Garden plot	林地 Forest	牧草地 Pasture	建设用地 Built-up area	水域 Fisheries	未利用地 Unused land
耕地	93014.7	248.5	188.4	169.6	150.2	4.4	264.4
园地		2762.7			126.7	2.5	11.9
林地		98.2	402563.5	158.7			86.2
牧草地		38.1	14743.2	161588.5			691.6
建设用地					16182.7		
水域	202.1	144.7	78.2		4.1	9728.8	48.2
未利用地	354.9	88.2	17438.1	1541.5	20.7	3.4	183991.4

表 3 1998 年~2002 年间土地利用类型转移矩阵  
Tab.3 Translation matrix of land use type from 1998 to 2002

hm<sup>2</sup>

土地类型 Land type	耕地 Cropland	园地 Garden plot	林地 Forest	牧草地 Pasture	建设用地 Built-up area	水域 Fisheries	未利用地 Unused land
耕地	87621.2	297.3	5304.7		164	291.9	33.6
园地		3359.5	12.5		0.2	8.4	0.7
林地	7.5	13.1	434977.7		3.6	0.6	8.9
牧草地			1109.7	162009.5	0.1		
建设用地			5.8		16618.5		
水域	110.5		15.0			9610.3	
未利用地	27.8	49.9	1333.4		2.0	91.6	183263.3

2.2 土地利用空间变化分析

围场县坝上区、接坝区及坝下区是 3 个不同的地理单元,其自然条件、社会经济发展、农业经济结构及人口压力等各项指标均存在较大的空间差异性,突出表现在农业土地利用结构的差异上。本文从中选择四合永(坝下区)、大唤起(接坝区)、御道口(坝上区)3 个乡镇进行典型研究,以揭示其不同地理单元土地利用结构及产业结构调整的内差异。

多样化指数分析可定量说明土地利用结构多样化的程度,是反映区域土地利用结构的重要指标。其计算公式为:

$$G = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n x_i^2}{(\sum_{i=1}^n x_i)^2} \quad (2)$$

式中,  $G$  为多样化指数,  $n$  为土地利用类型数量,  $x_i$  为第  $i$  类土地利用类型面积。通过计算分析,得出土地利用结构多样化指数(表 4)。

由表 4 可知,围场县平均土地利用结构多样化指数从 1992 年的 0.521 下降到 2002 年的 0.50,远远低于类型数目相同、分布均匀情况下的多样化指数 0.875<sup>[12]</sup>。原因在于大面积的退耕还林、草地造林,造成围场县土地利用结构趋于单一化。但其县内四合永镇的多样化指数较高,并一直趋于增长;御道口乡的多样化指数从 1992 年的最低值 0.425 缓慢增长至 0.476;而大唤起乡的多样化指数则趋于下降,至 2002 年为最低值 0.469。这主要是由于四合永镇处于坝下丘陵区,气温、降水等自然生产条件好,加上位于京通铁路沿线及距县城较近,交通便利,土地利用结构相对复杂,除耕地、未利用地外,园地、牧草地和建设用地也占有较大比例,而林地比例的增加,使其多样性趋于增长;大唤起乡原以林地为主,耕地、牧草地比例也较大,但由于退耕还林、退草还林使林地主导地位加强,而草地和耕地面积趋于减少,土地利用多样化下降;御道口

表 4 1992 年~2002 年围场县土地利用结构多样化指数

Tab.4 Diversity index of land use structure in Weichang County from 1992 to 2002

年份 Year	全县 Total county	四合永镇 Siheyong Town	大唤起乡 Dahuanqi Town	御道口乡 Yudaokou Town
1992	0.521	0.583	0.505	0.425
1998	0.504	0.602	0.477	0.441
2002	0.500	0.616	0.469	0.476

乡位于坝上高原,距县城最远,交通极为不便,土地利用类型原只有牧草地与耕地,其他类型较少,随着部分耕地、草地的还林,林地比例增加,多样化指数上升,但总体水平仍较低。故土地利用多样化指数不仅与所处区位有关,生态建设也直接决定着其变化。

对于围场县坝上区、接坝区、坝下区 3 个地理单元间的土地利用类型变化差异,可以运用土地的相对变化率<sup>[8,13]</sup>进行定量研究。某区某一特定土地利用类型相对变化率( $R$ )可表示为:

$$R = \frac{K_b / K_a}{C_b / C_a} \quad (3)$$

式中,  $K_a$ 、 $K_b$  分别代表某区域某一土地利用类型研究期初与研究期末的面积,  $C_a$ 、 $C_b$  分别代表全研究区某一土地利用类型研究期初与研究期末的面积。若某区域某一土地利用类型的相对变化率  $R < 1$ ,表示该区域这种土地利用类型变化较全区小,反之则比全区大。

由表 5 可知,四合永镇园地和未利用土地相对变化比全县大,主要是由于坝下气候条件较好,受高效农业园区及城镇建设的影响,导致园地变化较大;未利用地变化较大则主要是因为面积相对坝上较少,且较易改造利用。御道口乡耕地、林地、牧草地和水域相对变化较全县大,这主要是因坝上的自然环境恶化,相比

坝下和接坝区,生态建设力度较大;未利用地则由于比例过大,尽管建设力度较大,但变化程度仍相对较小。大唤起乡未利用土地在前期因大力造林,相对变化较大,其他类型与全县较接近。

### 2.3 土地利用变化的驱动力分析

土地利用变化是人类活动作用于自然资源与环境的最为显著的表现形式,其发生和发展既受到自然因素的控制,主要包括气候、地貌、土壤等;也受到人为因素的影响,包括人口压力、社会需求及产业结构调整等<sup>[13]</sup>。从10

年来的短时间尺度看,研究认为国家生态建设政策引导和调控下的人类活动是导致围场县近期土地利用变化的最主要原因,而农业结构调整,尤其是近年来大力实施的退耕还林政策则是耕地减少的重要原因。

自1992年围场县开始实施生态农业工程以来,大量生态建设资金的投入及行政上的重视,其土地利用结构进入快速调整阶段。在土地调整中,大量退化牧草地和未利用地被用于林业建设,到1998年林地面积增加了3.2万 $\text{hm}^2$ ,生态环境趋于好转。在该过程中,耕地则主要以坝下“中低改”基本农田建设为主,面积变化并不大。随后由于我国北方沙尘暴的频繁发生,导致京津地区大气环境及水源危机开始凸显,从1998年开始,国家开始大力整治京津周边生态环境,相继启动了京津风沙源治理工程、首都水源地保护工程、退耕还林还草工程等,围场县为重点建设区。工程内容包括封禁退化林地草场,退耕还林还草;大力营造乔灌草结合的防风固沙林,固定风口、风道活化沙丘;小流域综合整治,营造水源涵养林等<sup>[14]</sup>。但工程的核心内容则在于沙化地、坡耕地退耕还林草建设。这直接导致围场县耕地变化剧烈,1998年~2002年间耕地净减少0.6万 $\text{hm}^2$ ,为前期减幅的12.7倍,年变化率达1.61%,远大于其他主要土地利用类型。未利用地、牧草地等主要土地利用类型则由于前期的持续减少,转移空间日趋变小,年变化率只约为耕地的1/8,区域土地变化已开始由外延转移向内涵治理转变,直接导致后期土地利用变化整体放缓。

土地利用结构调整是当前产业结构调整的基础,反过来产业结构的有效调整又是土地得以持续利用的保障<sup>[15]</sup>。围场县生态农业工程建设现已进入第4期,同时借多项生态建设工程开展的契机,当地政府相继出台了一系列促进产业结构调整的有关政策和规划,如《围场县生态农业建设十年规划指导纲要》(1990年)、《围场县退耕还林还草及生态农业工程总体规划》(2000年)等,都强调了土地合理利用与产业结构调整的关系。这造成在生态建设中,进行基本农田与水利设施建设成为重要内容,在耕地面积逐渐减少的同时,高标准农田与园地面积却持续增加,粮食生产仍保持在一个较高的自给水平上,生存需求压力对土地合理调整的阻碍作用弱化<sup>[16]</sup>。另外这一时期由于产业结构调整已初见成效,围场县持续强化对生态产业的开发性投入,重点发展绿色高效农业、舍饲畜牧业和特色种植业。目前围场县马铃薯、奶牛、错季蔬菜及旅游业等生态产业已初具规模,特色种植业、牧草业、畜牧业也已初步实现区域化、专业化、集约化联合经营,农民增收明显,客观上促进了耕地向林地、园地的持续转移,而人工草场的大量增加则是造成后期牧草地面积减速变缓的重要原因。

### 3 小 结

围场县地广人稀,人均占有土地面积达2 $\text{hm}^2$ 之多,研究时段内发生变化的土地面积约为6万 $\text{hm}^2$ ,人均变化量达0.12 $\text{hm}^2$ ,说明土地利用结构调整的力度较大,反映出产业结构尤其是农业结构调整速度加快,生态工程建设在土地利用结构变化中的促进作用较为明显。但与全县土地总量相比,调整的土地面积所占比例较小,为6.7%,耕地变化量也仅占耕地总量的6.9%,土地利用结构调整及农业结构调整的潜力还非常大。

围场县因位于首都生态圈内,其单位面积生态建设投入资金已远多于我国其他生态退化地区,不可否认这是当地生态建设得以大力开展的主要驱动力。目前,农业产业结构调整除对耕地整治影响较大外,对其他土地利用类型生态建设的驱动作用并不大,但从长远角度看,这却是确保生态建设实效的主要保障。对于围场县的生态恢复与重建而言,要真正发挥围场县的生产功能及生态功能,农业结构调整及生态产业建设的力度还应进一步加大,这也是生态系统得以重建的根本途径。因此,整个首都生态圈要实现稳定其

表5 1992年~2002年土地利用相对变化率

Tab.5 Relative change rate of land use from 1992 to 2002 %

年 份	地 点	耕 地	园 地	林 地	牧 草 地	建 设 用 地	水 域	未 利 用 地
Year	Site	Cropland	Garden plot	Forest	Pasture	Built-up area	Fisheries	Unused land
1992~1998	四合永镇	0.90	1.21	1.05	0.82	0.93	0.88	1.27
	大唤起乡	1.08	0.90	0.91	0.92	0.97	1.02	1.15
	御道口乡	1.51	0.80	1.24	1.22	1.07	1.31	0.92
1998~2002	四合永镇	0.92	1.65	0.99	0.91	1.03	1.25	1.21
	大唤起乡	1.05	0.97	0.91	0.95	0.96	0.83	0.93
	御道口乡	1.56	0.81	1.35	1.41	0.96	1.67	0.94

京津外围的生态屏障功能,政府在大力进行生态工程建设的同时,工作重心也应向加快农业产业结构调整方向转移。而对于我国其他生态脆弱区,国家难以全面进行生态建设投资,生态建设产业直接经济效益的滞后性与减量性也导致其他融资途径在现实条件下可操作性并不大,目前多仅限于理论探讨,仅靠退耕还林还草工程虽能一时启动生态建设,但难以从根本上解决建设资金缺乏的难题。在耕地面积大幅减少的情况下,如何因地制宜结合生态建设与农业结构调整,培育新的生态替代产业,并从国家层面上探讨不同区际间生态补偿份额的动态评价及补偿操作途径,扩展生态建设融资渠道,是今后生态脆弱区在如何协同生态恢复重建与当地经济发展方面所亟需解决的重要研究课题。

### 参 考 文 献

- 1 傅伯杰,陈利顶,马克明.黄土丘陵区小流域土地利用变化对生态环境的影响——以延安市羊圈沟流域为例.地理学报,1999,54(3):241~246
- 2 周道纬,卢文喜.北方农牧交错带东段草地退化与水土流失.资源科学,1999,21(5):57~61
- 3 王思远,刘纪远,张增祥,等.中国土地利用时空特征分析.地理学报,2001,56(6):631~639
- 4 赵雪,赵文智,宝音.河北坝上脆弱生态环境及整治.北京:中国环境科学出版社,1997
- 5 孙建中,杨明华,盛学斌,等.河北坝上地区脆弱生态环境特征.中国沙漠,1994,14(4):37~46
- 6 王卫,王丽萍,高伟明,等.首都圈可持续发展透视.石家庄:河北人民出版社,1998
- 7 隆学文,马礼.河北坝上地区生态产业建设构想.地理与地理信息科学,2004,20(1):82~86
- 8 朱会义,李秀彬.关于区域土地利用变化指数模型方法的讨论.地理学报,2003,58(5):643~650
- 9 王秀兰,包玉海.土地利用动态变化研究方法探讨.地理科学进展,1999,18(1):81~87
- 10 徐建华.现代地理学中的数学方法(第2版).北京:高等教育出版社,2002.93~97
- 11 徐岚,赵羿.利用马尔柯夫过程预测东陵区土地利用格局变化.应用生态学报,1993,4(3):272~277
- 12 秦明周.土地利用及持续开发理论与实践.西安:西安地图出版社,1998.102
- 13 毛留喜.北京农牧交错带土地可持续利用研究.北京:气象出版社,2002
- 14 中国科学院寒区旱区环境与工程研究所.中国北方沙尘暴现状及对策.中国环境报,2001-08-15
- 15 黄贤金,彭补拙,张建新,等.区域产业结构调整与土地可持续利用关系研究.经济地理,2002,22(4):425~429
- 16 王书华.我国西部生态环境建设:症结与出路.干旱区资源与环境,2003,17(6):19~23